

(11)Publication number : 11-041036  
 (43)Date of publication of application : 12.02.1999

(51)Int.Cl.

H03F 3/08  
 G01J 1/44  
 H01L 31/10  
 H04B 10/28  
 H04B 10/26  
 H04B 10/14  
 H04B 10/04  
 H04B 10/06

(21)Application number : 09-189526  
 (22)Date of filing : 15.07.1997

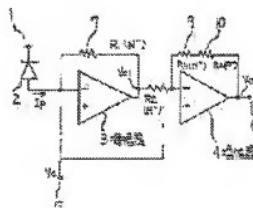
(71)Applicant : NEC CORP  
 (72)Inventor : TAKEUCHI HIROSHI

#### (54) I-V CONVERTING AMPLIFIER

##### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce the influence of manufacture variance and to make the temperature coefficient of an output voltage small by using resistances having small parasitic capacity as the initial-stage feedback resistance and 2nd-stage input resistance of the I-V converting circuit of two-stage constitution.

**SOLUTION:** A power source is connected to the epitaxial-side terminal 1 of a base epitaxial photodiode 2 and the other end is connected to the I-V converting amplifier of two-stage constitution. The 1st-stage amplifier 3 consists of an operational amplifier and the feedback resistance 7 formed of an N- polysilicon resistance and converts a photocurrent generated in the photodiode 2 into a voltage output. The 2nd-stage amplifier 4 consists of an operational amplifier and an input resistance which is an N- polysilicon resistance and feedback resistances 9 and 10 consists of an N- polysilicon resistance and a P- base resistance. The resistance ratio of the resistance values R3 and R4 of the feedback resistances 9 and 10 is set to n:(1-n). The manufacture variance and temperature coefficient of the output voltage are determined by  $R3(N-) + R4(P-)$ . The voltage gain of the 2nd-stage amplifier is increased to easily obtain a high band.



#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 15.07.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3173429

[Date of registration] 30.03.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPO and INPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the I-V conversion amplifier which it is constituted as two-step amplifier by the I-V conversion circuit and the voltage amplification circuit, the 1st step of I-V conversion circuit has the function of impedance conversion, and voltage amplification [ the 2nd step of ] circuit considers the output from said I-V conversion circuit as an input, and is characterized by being what acquires gain.

[Claim 2] It is the I-V conversion amplifier according to claim 1 which said I-V conversion circuit and said voltage amplification circuit have a feedback resistor, respectively, and is characterized by said voltage amplification circuit being what the output from said I-V conversion circuit inputs through input resistance.

[Claim 3] The feedback resistor which said voltage amplification circuit has is I-V conversion amplifier according to claim 2 characterized by being what consists of at least two or more resistance which carried out series connection.

[Claim 4] The feedback resistor which said I-V conversion circuit has, and said input resistance are I-V conversion amplifier according to claim 2 or 3 characterized by constituting from little resistance of parasitic capacitance.

[Claim 5] I-V conversion amplifier according to claim 4 characterized by using polysilicon resistance as little resistance of said parasitic capacitance.

[Claim 6] The feedback resistor which said voltage amplification circuit has is I-V conversion amplifier according to claim 2 or 3 characterized by consisting of combination of little resistance of parasitic capacitance, and small resistance of manufacture dispersion.

[Claim 7] The combination of little resistance of said parasitic capacitance and small resistance of manufacture dispersion is I-V conversion amplifier according to claim 6 characterized by being the combination of said polysilicon resistance and base resistance.

[Claim 8] The percentage of said polysilicon resistance and base resistance is I-V conversion amplifier according to claim 5 characterized by setting it as n: (1-n) (n<=1).

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DETAILED DESCRIPTION

### [Detailed Description of the Invention]

#### [0001]

[Field of the Invention] This invention relates to I-V conversion amplifier, especially the I-V conversion amplifier of the account rec/play student equipment of optical.

#### [0002]

[Description of the Prior Art] The optical recording regenerative apparatus 114, such as the conventional optical disk unit, are shown in drawing 6. The light by which outgoing radiation was carried out from semiconductor laser 101 is condensed with a lens 105, and as shown in drawing 6, in the disk 110 as a record medium, the optical receiving component 106 irradiates, and after the light reflected there is changed into an electrical signal, it is inputted into a control circuit 112. As for a grating plate and 103, 102 is [ half prism and 104 ] collimate lenses.

[0003] The optical receiving component 106 is equipped with two or more photodiodes so that a focus and a tracking servo can be controlled, and the I-V conversion amplifier which changes a photocurrent into a voltage signal is further connected to each photodiode. For 107, as for a focal actuator and 109, a cylindrical lens and 108 are [ a tracking actuator and 113 ] servo control.

[0004] In recent years, the optical receiving component 106 is becoming in use [ what forms a photodiode and an I-V conversion amplifier on the same chip ] with the miniaturization of equipment, and rotation[ high-speed ]-izing of a record medium (disk) 110. And the demand of broadband-izing has been increasing about electrical characteristics.

[0005] As I-V conversion amplifier corresponding to such a demand, as shown in drawing 5, it has amplifier 21, the photodiode 20, and the feedback resistor 23, and there are some which moreover formed the feedback resistor 23 by the polish recon resistance with small parasitic capacitance (refer to JP.5-259498,A).

#### [0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, output voltage was proportional to a feedback resistor (polish recon resistance), and since the network of association between polish recons was flexible, polish recon resistance could not control resistance rhos by the ion implantation easily, and since manufacture dispersion was large, it had the technical problem that manufacture dispersion of a process was large, about output voltage.

[0007] Furthermore, since the polish recon temperature resistance coefficient was large, the technical problem that temperature dependence was large occurred about output voltage.

[0008] Furthermore, in order to make output voltage high, the value of a feedback resistor had to be enlarged, but if a feedback resistor was enlarged, since the junction capacitance of a photodiode and the time constant of a feedback resistor would become large and a band would not be expanded, when it was going to obtain a high power electrical potential difference, the technical problem that broadband-ization of I-V conversion amplifier was unrealizable occurred.

[0009] The purpose of this invention is to offer the I-V conversion circuit which realized reduction of process manufacture dispersion of output voltage, reduction of the electrical-potential-difference dependency of output voltage, and broadband-ization.

#### [0010]

[Means for Solving the Problem] in order to attain said purpose, the I-V conversion amplifier concerning this invention is constituted as two-step amplifier by the I-V conversion circuit and

the voltage amplification circuit, the 1st step of I-V conversion circuit has the function of impedance conversion, and voltage amplification [ the 2nd step of ] circuit considers the output from said I-V conversion circuit as an input, and acquires gain.

[0011] Moreover, said I-V conversion circuit and said voltage amplification circuit have a feedback resistor, respectively, and the output from said I-V conversion circuit inputs said voltage amplification circuit through input resistance.

[0012] Moreover, the feedback resistor which said voltage amplification circuit has consists of at least two or more resistance which carried out series connection.

[0013] Moreover, the feedback resistor which said I-V conversion circuit has, and said input resistance consist of little resistance of parasitic capacitance.

[0014] Moreover, polysilicon resistance is used as little resistance of said parasitic capacitance.

[0015] Moreover, the feedback resistor which said voltage amplification circuit has consists of combination of little resistance of parasitic capacitance, and small resistance of manufacture dispersion.

[0016] Moreover, the combination of little resistance of said parasitic capacitance and small resistance of manufacture dispersion is combination of said polysilicon resistance and base resistance.

[0017] Moreover, the percentage of said polysilicon resistance and base resistance is set as n: (1-n) (n<=1).

[0018]

[Function] According to this invention, it considers as a two-step amplifier configuration, and the feedback resistor of the first rank and the 2nd step of input resistance consist of N-polysilicon resistance. For this reason, manufacture dispersion of the 2nd step of feedback resistor is reflected in manufacture dispersion of output voltage, and it becomes possible by constituting the 2nd step of feedback resistor from P-base resistance with little manufacture dispersion to reduce manufacture dispersion of output voltage.

[0019] Moreover, if the 2nd step of feedback resistor is constituted from combination of N-polysilicon and P-base resistance, since it is -3000ppm and -1400ppm, respectively, a temperature coefficient can set the ratio of combination as a value which becomes small [ a temperature coefficient ].

[0020] Since the 1st step in the amplifier of a two-step configuration has the function of impedance conversion, it becomes possible [ realizing a broadband by high power ] by acquiring gain with the 2nd step of amplifier.

[0021]

[Embodiment of the Invention] Next, the gestalt of operation of this invention is explained to a detail with reference to a drawing.

[0022] (Operation gestalt) In drawing 1, the I-V conversion amplifier concerning the operation gestalt of this invention is constituted as two-step amplifier by the two-step amplifier which changes the photocurrent of a photodiode 2 into an electrical potential difference, i.e., amplifier (I-V conversion circuit) 3 and amplifier (voltage amplification circuit) 4. And the function of impedance conversion is given to the 1st step of amplifier (I-V conversion circuit) 3, and the 2nd step of amplifier (voltage amplification circuit) 4 considers the 1st step of output from amplifier 3 as an input, and acquires gain.

[0023] The feedback resistor 7 of the 1st step of amplifier 3 is formed by little resistance of parasitic capacitance. The 2nd step of input resistance 8 is formed by resistance the feedback resistor 7 of the 1st step of amplifier 3, and of the same kind, and the feedback resistor of the 2nd step of amplifier 4 is formed by input resistance 8, the resistance 9 of the same kind, and the small resistance 10 of manufacture dispersion. The ratio of resistance 9 and resistance 10 can be set as arbitration according to the output temperature coefficient demanded.

[0024] forming resistance 7, resistance 8, and resistance 9 by N-polysilicon resistance or N+ polysilicon resistance, and specifically forming resistance 10 by P-base resistance or P+ base resistance --- \*\* --- it is desirable.

[0025] Moreover, as for the 1st step and the 2nd step of amplifier 3 and 4, it is desirable that it is the amplifier or operational amplifier of a difference input mold. Furthermore, a photodiode 2

has that desirable to which Photocurrent  $I_p$  flows in the direction of the arrow head of drawing 1.

[0026] Drawing 2 shows the wave of each part to an optical input signal in the operation gestalt shown in drawing 1.

[0027] The photocurrent which generates drawing 2 (a) by laser beam power, and generates drawing 2 (b) with a photodiode 2 is shown.

[0028] Drawing 2 (c) shows the electrical potential difference of  $V_{O1}$  when I-V conversion of the photocurrent of drawing (b) is carried out with the 1st step of amplifier 3. The signal is swaying to the negative side to reference voltage  $V_c$ .

[0029] Drawing 2 (d) shows the output voltage from the 2nd step of amplifier 4. Here, 4 times as many gain as this is set up to  $V_{O1}$ . The signal is just swaying to reference voltage  $V_c$ .

[0030] (Example 1) The example of the operation gestalt of this invention is explained as an example below. In the example 1 shown in drawing 1, the terminal 1 by the side of EPI of the BESUEPI form photodiode 2 is connected to an interruptible power source  $V_{cc}$ , and the other end is connected to the I-V conversion amplifier of a two-step configuration.

[0031] The 1st step of amplifier 3 consists of an operational amplifier and a feedback resistor 7 formed by N-polysilicon resistance, and changes into a voltage output the photocurrent generated in the photodiode 2.

[0032] Feedback resistors 9 and 10 consist of N-polysilicon resistance and P-base resistance for the 2nd step of amplifier 4 including an operational amplifier and the input resistance 8 of N-polysilicon resistance, respectively. The resistance ratio of the resistance R3 and R4 of feedback resistors 9 and 10 is set as  $n: (1-n)$  ( $n \leq 1$ ). By this configuration, output voltage  $V_O$  is  $V_O = I_{px}R_1(N-) \times (R_3(N-) + R_4(P-)) / R_2(N-)$ .

It comes out, and since it is expressed, the manufacture variation of output voltage and a temperature coefficient are determined by the term of  $R_3(N-) + R_4(P-)$ .

[0033] If manufacture variation of N-polysilicon resistance [manufacture variation [20% of ] and P-base resistance is now made into [15%], the manufacture variation of output voltage will be set to  $\Delta V_O(\%) = 20x_n + 15(1-n)$ .

[0034] Moreover, temperature coefficient  $\Delta T$  of output voltage is  $\Delta T(ppm) = -3000x_n + 1400x(1-n)$ .

It becomes (however, setting ~3000 ppm and P-base resistance temperature coefficient to -1400 ppm for N-polysilicon temperature coefficient of resistance).

[0035] Moreover, since this example can cope with it by raising the voltage gain of the 2nd step of amplifier, without making the feedback resistor linking directly to a photodiode large beyond the need like [at the time of one step of amplifier] in order to obtain high power since it is a two-step configuration, it can carry out [broadband]-izing easily.

[0036] Next, the effectiveness acquired according to the example 1 of this invention is shown in drawing 4. By changing the ratio  $n$  of R4 as the resistance R3 of resistance 9 and 10 shows that the temperature coefficient of output voltage can be adjusted to arbitration. Moreover, the time (at the time of  $n=1$ ) of constituting a circuit only from N-polysilicon resistance shows that manufacture variation is reduced.

[0037] (Example 2) Drawing 3 is drawing showing the example 2 of this invention. In the example 1 shown in drawing 1, although the input to amplifier is made into a difference input, in the example 2 shown in drawing 3, it is characterized by carrying out a single-sided input at the amplifier 13 and 14 of a two-step configuration.

[0038] Effectiveness equivalent to an example 1 can be acquired also according to an example 2.

#### [0039]

[Effect of the Invention] As explained above, while being able to reduce the effect of manufacture dispersion by forming the feedback resistor of the first rank, and the 2nd step of input resistance by little resistance of parasitic capacitance by the I-V conversion circuit of a two-step configuration according to this invention, the temperature coefficient of output voltage can be made small.

[0040] Furthermore, since amplifier is made a two-step configuration, the first rank is made into

an impedance-conversion circuit and gain is set up in the 2nd step, even if it sets it as a high power electrical potential difference, broadbandization of I-V conversion amplifier can be attained.

[Translation done.]

#### \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

#### DESCRIPTION OF DRAWINGS

##### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the circuit diagram showing the example 1 of this invention.

[Drawing 2] It is the property Fig. showing the wave of each part of the example 1 of this invention.

[Drawing 3] It is the circuit diagram showing the example 2 of this invention.

[Drawing 4] It is the property Fig. showing the relation of the temperature coefficient of output voltage and manufacture dispersion in the example 1 of this invention.

[Drawing 5] It is the circuit diagram showing the conventional example.

[Drawing 6] It is the block diagram showing the account rec/play student equipment of optical.

##### [Description of Notations]

2 Photodiode

3 13 Amplifier

4 14 Amplifier

7 N-Polysilicon Resistance (Feedback Resister)

8 N-Polysilicon Resistance (Input Resistance)

9 N-Polysilicon Resistance (Feedback Resister)

10 P-Base Resistance (Feedback Resister)

[Translation done.]

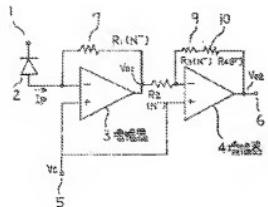
#### \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

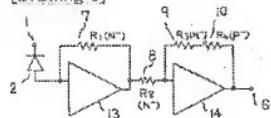
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

#### DRAWINGS

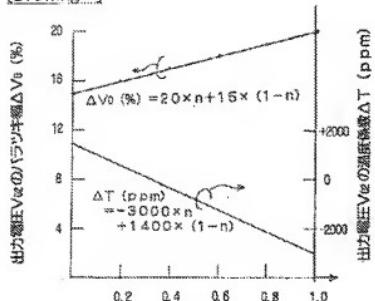
[Drawing 1]



[Drawing 3]

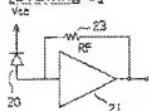


[Drawing 4]

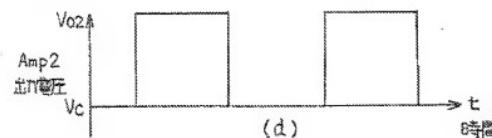
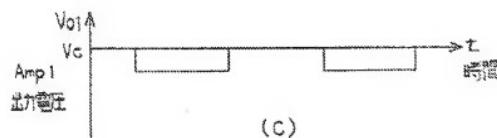
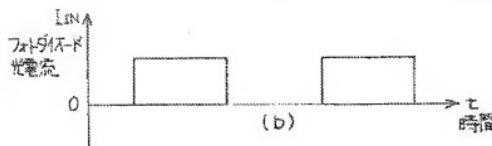
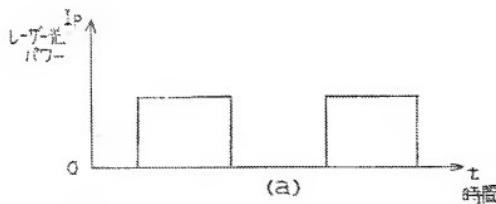


抵抗R9, 10の抵抗値R3とR4の抵抗比n

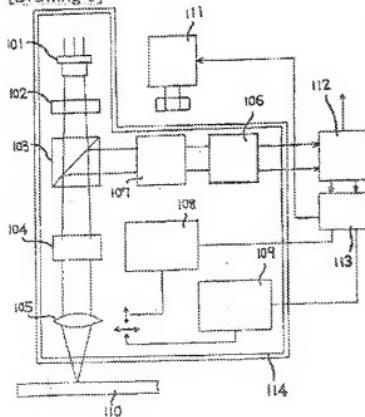
[Drawing 5]



[Drawing 2]



[Drawing 6]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-41036

(43)公開日 平成11年(1999)2月12日

(51)Int.Cl.  
H 03 F 3/08  
G 01 J 1/44  
H 01 L 31/10  
H 04 B 10/28  
10/26

識別記号

F I  
H 03 F 3/08  
G 01 J 1/44  
H 01 L 31/10  
H 04 B 9/00

F  
G  
Y

審査請求 有 請求項の数 8 O.L. (全 6 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平9-189526

(71)出願人 000004237

(22)出願日 平成9年(1997)7月15日

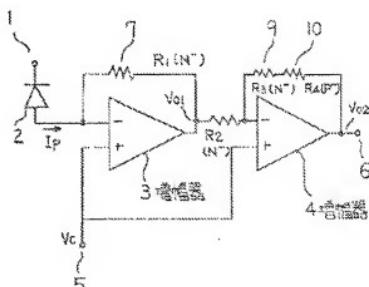
日本電気株式会社  
東京都港区芝五丁目7番1号(72)発明者 竹内 伸  
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(74)代理人 弁理士 岸野 中

(54)【発明の名称】 I-V変換増幅器

## (57)【要約】

【課題】 出力電圧の製造ばらつき、温度依存性が小さく、高速なI-V変換増幅器を実現する。

【解決手段】 2段構成のI-V変換回路とし、初段の帰還抵抗7と2段目の入力抵抗8をN<sup>-</sup>ポリシリコンで形成する。これにより、寄生容量の少ないポリシリコンによる高連化の特徴を生かしたまま、ポリシリコンの製造ばらつきに直接依存しない出力電圧、温度係数を得る。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 1-V変換回路と電圧増幅回路とによる二段増幅器として構成され、

1段目の1-V変換回路は、インピーダンス変換の機能をもつものであり、

2段目の電圧増幅回路は、前記1-V変換回路からの出力を入力とし、利得を得るものであることを特徴とする1-V変換増幅器。

【請求項2】 前記1-V変換回路及び前記電圧増幅回路は、それぞれ帰還抵抗を有し、かつ前記電圧増幅回路は、前記1-V変換回路からの出力が入力抵抗を通して入力するものであることを特徴とする請求項1に記載の1-V変換増幅器。

【請求項3】 前記電圧増幅回路の有する帰還抵抗は、直列接続した少なくとも2以上の抵抗からなるものであることを特徴とする請求項2に記載の1-V変換増幅器。

【請求項4】 前記1-V変換回路の有する帰還抵抗及び前記入力抵抗は、寄生容量の少ない抵抗で構成したものであることを特徴とする請求項2又は3に記載の1-V変換増幅器。

【請求項5】 前記寄生容量の少ない抵抗として、ポリシリコン抵抗を用いたものであることを特徴とする請求項4に記載の1-V変換増幅器。

【請求項6】 前記電圧増幅回路の有する帰還抵抗は、寄生容量の少ない抵抗と製造ばらつきの小さい抵抗の組合せから構成されたものであることを特徴とする請求項2又は3に記載の1-V変換増幅器。

【請求項7】 前記寄生容量の少ない抵抗と製造ばらつきの小さい抵抗の組合せは、前記ポリシリコン抵抗とベース抵抗との組合せであることを特徴とする請求項6に記載の1-V変換増幅器。

【請求項8】 前記ポリシリコン抵抗とベース抵抗の構成比は、 $n = (1-n)/n$ ( $n \leq 1$ )に設定したものであることを特徴とする請求項5に記載の1-V変換増幅器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【00001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、1-V変換増幅器、特に光学式記録再生装置の1-V変換増幅器に関するもの。

## 【00002】

【従来の技術】 従来の光ディスク装設等の光学式記録再生装置1-14を図6に示す。図6に示すように、半導体レーザ101から出射された光はレンズ103により集光され、記録媒体としてのディスク110に当たり、そこで反射された光は光受信素子106に照射され、電気信号へ変換された後に制御回路112に入力される。1-02はグレーティングプレート、1-03はハーフプリズム、1-04はコリメートレンズである。

【00003】 光受信素子106はフォーカス及アラッ

キングサーを制御できるように複数のフォトダイオードを備え、さらにそれぞれのフォトダイオードに対して、光電流を電圧信号に変換する1-V変換増幅器が接続されている。1-07はシリンドリカルレンズ、1-08はフォーカスアクチュエータ、1-09はサーボコントローラである。

【00004】 近年、装置の小型化、記録媒体（ディスク）1-10の高密度化とともに、光受信素子106は、フォトダイオードと1-V変換増幅器とを同一チップ上に形成するものが主流となってきた。そして導電的特性については、広帯域化の要求が高まってきている。

【00005】 このような要求に対応する1-V変換増幅器としては、図5に示すようにアンプ21、フォトダイオード20、帰還抵抗23を備えており、しかも帰還抵抗23を寄生容量の小さいポリシリコン抵抗で形成したものがある（特開平5-259498号参照）。

## 【00006】

【差別が解決しようとする課題】 しかしながら、出力電圧は帰還抵抗（ポリシリコン抵抗）に比例し、ポリシリコン抵抗はポリシリコン間の結合のネットワークが柔軟なため、イオン注入により抵抗 $\rho_{st}$ を制御しにくく、製造ばらつきが大きいため、出力電圧に関して、プロセスの製造ばらつきが大きいという課題があった。

【00007】 さらに、ポリシリコン抵抗の温度係数が大きいため、出力電圧に関して温度依存性が大きいという課題があった。

【00008】 さらに、出力電圧を高めるために、帰還抵抗の値を大きくしなければならないが、帰還抵抗を大きくすると、フォトダイオードの接合容量と帰還抵抗の時定数が大きくなり、帶域が拡大されないため、高出力電圧を得ようとしたとき、1-V変換増幅器の広帯域化を実現せしむるためには、出力電圧を高めなければならないが、帰還抵抗を大きくすると、フォトダイオードの接合容量と帰還抵抗の時定数が大きくなり、帶域が拡大されないため、高出力電圧を得ようとしたとき、1-V変換増幅器の広帯域化を実現せしむるためには、出力電圧を高めなければならないが、帰還抵抗を大きくすると、

【00009】 本発明の目的は、出力電圧のプロセス製造ばらつきの低減、出力電圧の電圧依存性的低減、広帯域化を実現した1-V変換回路を提供することにある。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】 前記目的を達成するため、本発明に係る1-V変換増幅器は、1-V変換回路と電圧増幅回路とによる二段増幅器として構成され。1段目の1-V変換回路は、インピーダンス変換機能をもつものであり、2段目の電圧増幅回路は、前記1-V変換回路からの出力を入力とし、利得を得るものである。

【0011】 また前記1-V変換回路及び前記電圧増幅回路は、それぞれ帰還抵抗を有し、かつ前記電圧増幅回路は、前記1-V変換回路からの出力が入力抵抗を通して入力するものである。

【0012】 また前記電圧増幅回路の有する帰還抵抗は、直列接続した少なくとも2以上の抵抗からなるもの

である。

【0013】また前記I-V変換回路の有する帰還抵抗及び前記入力抵抗は、寄生容量の少ない抵抗で構成したものである。

【0014】また前記寄生容量の少ない抵抗として、ボリシリ抵抗を用いたものである。

【0015】また前記電圧増幅回路の有する帰還抵抗は、寄生容量の少ない抵抗と製造ばらつきの小さい抵抗の組合せから構成されたものである。

【0016】また前記寄生容量の少ない抵抗と製造ばらつきの小さい抵抗の組合せは、前記ボリシリ抵抗とベース抵抗との組合せである。

【0017】また前記ボリシリ抵抗とベース抵抗の構成比は、n: (1-n) (n≠1) に設定したものである。

【0018】

【作用】本発明によれば、2段増幅器構成とし、初段の帰還抵抗と2段目の入力抵抗とをN<sup>+</sup>ボリシリ抵抗で構成している。このため、出力電圧の製造ばらつきには、2段目の帰還抵抗の製造ばらつきが反映され、2段目の帰還抵抗を製造ばらつきの少ないP<sup>-</sup>ベース抵抗で構成することにより、出力電圧の製造ばらつきを低減することが可能となる。

【0019】また2段目の帰還抵抗をN<sup>+</sup>ボリシリとP<sup>-</sup>ベース抵抗との組合せまで構成すれば、温度係数は、それぞれ-3 000 ppm、-1 400 ppm であるため、組み合わせの比を温度係数の小さくなるような値に設定できる。

【0020】2段構成の増幅器のうち1段目は、インピーダンス変換の機能をもつため、2段目の増幅器で利得を得ることにより、高出力で広帯域を実現することが可能となる。

【0021】

【発明の実施の形態】次に本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0022】(実施形態) 図1において、本発明の実施形態に係るI-V変換増幅器は、フォトダイオード2の光電流を電圧に変換する2段増幅器、すなわち、増幅器(1-V変換回路)3と増幅器(電圧増幅回路)4とにによる二段増幅器として構成したものである。そして、1段目の増幅器(1-V変換回路)3には、インピーダンス変換の機能をもたせ、2段目の増幅器(電圧増幅回路)4には、1段目の増幅器3からの出力を入力とし、利得を得るようにしたものである。

【0023】1段目の増幅器3の帰還抵抗7は、寄生容量の少ない抵抗で形成する。2段目の入力抵抗8は、1段目の増幅器3の帰還抵抗7と同種類の抵抗で形成し、2段目の増幅器4の帰還抵抗8は、入力抵抗8と同種類の抵抗9と、製造ばらつきの小さい抵抗10とで形成されている。抵抗9と抵抗10の比は、要求される出力温度

係数に応じて任意に設定できる。

【0024】具体的には、抵抗7、抵抗8、抵抗9は、N<sup>+</sup>ボリシリ抵抗又はN<sup>+</sup>ボリシリ抵抗、抵抗10はP<sup>-</sup>ベース抵抗又はP<sup>-</sup>ベース抵抗により形成することが望ましい。

【0025】また、1段目及び2段目の増幅器3、4は、差動入力量の増幅器又はオペアンプであることが望ましい。さらに、フォトダイオード2は、光電流I<sub>d</sub>が図1の矢印の方向に流れるもののが望ましい。

【0026】図2は、図1に示す実施形態において、光入力信号に対する各部の波形を示している。

【0027】図2(a)はレーザ光パルス、図2(b)はフォトダイオード2で発生する光電流を示す。

【0028】図2(c)は、図(b)の光電流が1段目の増幅器3でI-V変換されたときのV<sub>d</sub>の電圧を示している。基準電圧V<sub>ref</sub>に対して負側に信号が振れてい

る。

【0029】図2(d)は、2段目の増幅器4からの出力電圧を示している。ここでは、V<sub>d</sub>に対して4倍の利得を設定している。信号は、基準電圧V<sub>ref</sub>に対して正に振れています。

【0030】(実施例1) 次に本発明の実施形態の具体例を実施例として説明する。図1に示す実施例1において、ベースエビヒフォトダイオード2のN<sup>+</sup>側の端子1は通常電圧V<sub>cc</sub>に接続され、他端は2段構成のI-V変換増幅器に接続される。

【0031】1段目の増幅器3は、オペアンプと、N<sup>+</sup>ボリシリ抵抗で形成された帰還抵抗7とから構成されており、フォトダイオード2に発生した光電流を電圧出力に変換するようになっている。

【0032】2段目の増幅器4は、オペアンプと、N<sup>+</sup>ボリシリ抵抗の入力抵抗3とを含み、帰還抵抗9、10はそれぞれN<sup>+</sup>ボリシリ抵抗、P<sup>-</sup>ベース抵抗で構成されている。帰還抵抗9、10の抵抗値R<sub>9</sub>、R<sub>10</sub>の抵抗比は、n: (1-n) (n≠1) に設定している。この構成により、出力電圧V<sub>d</sub>は、

$$V_d = I_p \times R_{(N^+)} \times (R_{(N^+)} + R_{(P^-)}) / R_{(N^+)}$$

で表わされるから、出力電圧の製造ばらつき、温度係数は、R<sub>9</sub>(N<sup>+</sup>) + R<sub>10</sub>(P<sup>-</sup>) の項で決定される。

【0033】今、N<sup>+</sup>ボリシリ抵抗の製造ばらつき±2%、P<sup>-</sup>ベース抵抗の製造ばらつきを±1.5%とするとき、出力電圧の製造ばらつきは、

$$\Delta V_d (\%) = 2.0 \times n + 1.5 (1-n) \text{ となる。}$$

【0034】また、出力電圧の温度係数ΔTは、

$$\Delta T (\text{ppm}) = -3 000 \times n + 1 400 \times (1-n)$$

(ただし、N<sup>+</sup>ボリシリ抵抗温度係数を-3 000 ppm、P<sup>-</sup>ベース抵抗温度係数を-1 400 ppmとする)となる。

【0035】また、本実施例は、2段構成であるため、高出力を得るために、1段の増幅器のときのように、フォトダイオードに直結する帰還抵抗を必要以上に大きくすることなく、2段目の増幅器の電圧利得を上げることで対応できるため、容易に広帶域化できる。

【0036】次に、本発明の実施例1により得られる効果を図4に示す。抵抗9と10の抵抗値 $R_9$ と $R_{10}$ の比 $n$ を変えることにより、出力電圧の温度係数を任意に調整できることがわかる。また、N<sup>-</sup>ポリシリコン抵抗のみで回路を構成したとき（ $n=1$ のとき）より、製造ばらつきが低減されることが分かる。

【0037】（実施例2）図3は、本発明の実施例2を示す回路図である。図1に示した実施例1では、増幅器への入力を差動入力としたものであるが、図3に示した実施例2では、2段構成の増幅器13、14に片側入力させようとしたことを特徴とするものである。

【0038】実施例2によっても、実施例1と同等の効果を得ることができる。

【0039】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、2段構成の1-V変換回路で初段の帰還抵抗と2段目の入力抵抗を寄生容量の少ない抵抗で形成することにより、製造ばらつきの影響を低減することができるとともに、

出力電圧の温度係数を小さくすることができます。

【0040】さらに、増幅器を2段構成にし、初段をインピーダンス変換回路にし、利得を2段目で設定するため、高出力電圧に設定しても1-V変換増幅器の広帯域化を図ることができます。

【回路の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1を示す回路図である。

【図2】本発明の実施例1の各部の波形を示す特性図である。

【図3】本発明の実施例2を示す回路図である。

【図4】本発明の実施例1における出力電圧の温度係数と製造ばらつきとの関係を示す特性図である。

【図5】従来例を示す回路図である。

【図6】光学式距離測定装置を示す構成図である。

【符号の説明】

2 フォトダイオード

3, 13 増幅器

4, 14 增幅器

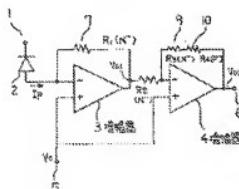
7 N<sup>-</sup>ポリシリコン抵抗（帰還抵抗）

8 N<sup>-</sup>ポリシリコン抵抗（入力抵抗）

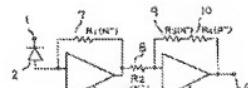
9 N<sup>-</sup>ポリシリコン抵抗（帰還抵抗）

10 P-ベース抵抗（帰還抵抗）

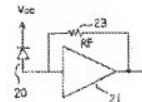
【図1】



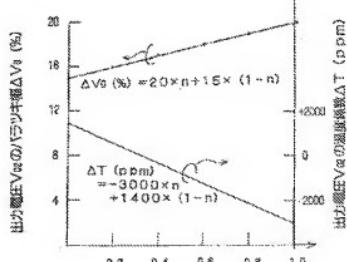
【図3】



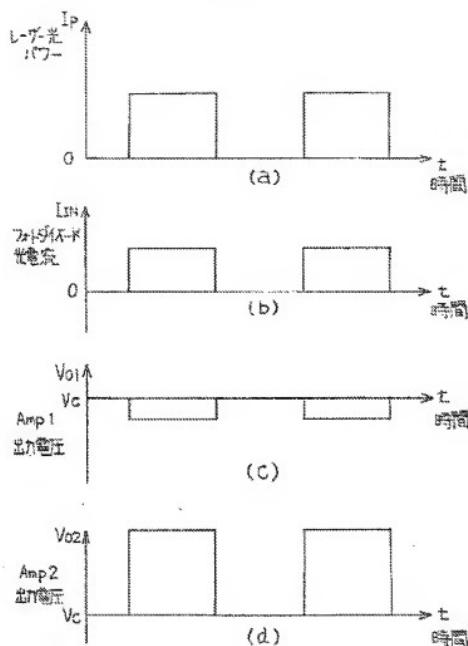
【図5】



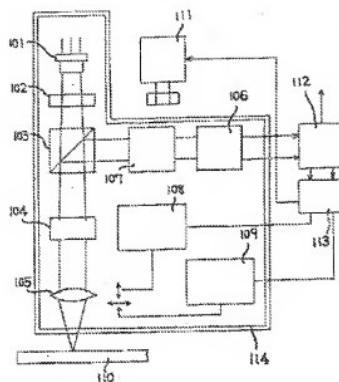
【図4】

抵抗9,10の抵抗値 $R_9$ と $R_{10}$ の抵抗比 $n$

【図2】



【図6】




---

フロントページの焼き

(51) Int. Cl. 5

H 04 B 10/14

10/04

10/06

識別記号

F 1